植物分类学报
第21卷 第2期 ACTA PHYTOTAXONOMICA SINICA 1983年5月

古紫萁属的订正及两个新种

李中明
(北京自然博物馆自然历史研究所)

一、引言

自1884年有人开始对紫萁科(*Osmundaceae*)植物茎干的解剖学研究以来,人们做了许多工作[7-11]。米勒(C. N. Miller)以茎解剖为基础进行了紫萁科化石和现存种类的系统分类工作,并建立了一个系统(下简称"米勒系统")这个系统可以说是本世纪七十年代以前这方面工作的总结。不过那时一般认为晚三叠世之前只有不具叶隙的丛蕨亚科(Subfamily *Thamnopterideae*)生存[12]。

1970年古尔德(K. E. Gould)在澳大利亚上二叠统地层里发现了两个有叶隙的紫萁科化石茎干新种[3]。这在系统学上显然是一个突破,但他却片面强调叶柄基厚壁环形状的重要性。这样,他建立的古紫萁属(*Palaeosmunda*)成了一个分类位置不明确、属征描述受局限的属,并导致1978年夏福(J. M. Schopf)把他在南极洲下三叠统地层里发现的一个种当作亲缘关系不明的种归到了紫萁茎属(*Osmundacaulis*)内[16]。

鉴于上述情况,笔者根据自己的发现,认为有必要重新研究晚三叠世之前原始的具叶隙的紫萁科化石茎干的分类地位。本文报道笔者这方面的工作。

二、材料和方法

本文所用材料——煤核(coal balls),采自我国贵州省水城汪家寨矿汪家寨组1号煤层。该组属上二叠统,相当我国西南地区的长兴组(或大隆组)。1号煤层顶板的上覆地层为下三叠统的最底层——飞仙关组[1]。

晚二叠世的煤核在世上罕见,从中发现紫萁科化石茎干更是难得。笔者在重八百多公斤,五百多块煤核中仅获得几块这样的标本。

对标本的结构分别用Phillips等人的方法[14]制片观察和用扫描电子显微镜进行观察。

三、古紫萁属的订正

古紫萁属 Genus **Palaeosmunda** (Gould) Li emend. (Subfamily *Osmundoideae*)

茎、根和(或)叶基,同紫萁茎属的相应类群相似,但由于其原始性,而不能把它归到该

本文系作者在徐仁教授指导下写的硕士论文的一部分,承秦仁昌教授、梁家骥教授及朱为庆同志审阅、并得到张连武同志帮助,特此致谢。



图1 似泼勒纳辛古紫萁 **Palaeosmunda plenasioides** sp. nov. 的主要结构示意图。 其中 st. 代表中柱； p. 代表髓； l.t. 代表叶迹区； s. 代表分泌细胞群； l.g. 代表叶隙。

属的任何类群内。

茎具外韧网管中柱 (ectophloic dictyoxylic siphonostele)； 髓内如有管胞，则为多列梯纹；皮层和髓内有时有厚壁组织或分泌组织；皮层的一个横切面上可见到 30 个以上叶迹，叶迹系近轴弯曲，偶为长圆形，叶迹基部有一或二个原生木质束；叶柄基有或无托叶延伸 (stipular expansion)，维管束的横切面呈 c 形；根为二原型外始式。

模式种：*Palaeosmunda williamsii*

原始古紫萁 新种 图版 9—13

Palaeosmunda primitiva, sp. nov.

原始古紫萁主要由 377、378 号煤核保存的标本为代表，但仅 377 号煤核内标本的微细结构保存较好 (图版 9:1)。标本显示出植物的茎是直立的，因为根和叶柄基疏松地附着在茎上，不易保存，故未见有根和叶柄基的外套 (mantle) 存在。

茎的直径约 4 厘米，主要由中柱、内部皮层和外部皮层组成(图版 9:2,图版 10:1)。其中外韧网管中柱的直径约 5 毫米，包括木质部、髓和中柱周围组织 (peripheral tisseus of stele)。木质部的管胞之间基本上连续，仅在叶迹分离处才被叶隙中断(图版 10:4，5)。叶隙的纵向长度很短，故木质部的横切面不显束状。木质部径向厚度小于十个管胞，近轴面管胞常与髓内管胞发生连接，故与髓的界限不明显。木质部为中始式。其原生木质部位置不定，管胞直径约 10—15 微米；后生木质部管胞较大，中等大小的管胞直径约 70—80 微米。木质部均由长管胞组成，管胞壁具梯纹加厚。

混合髓内有较多管胞，它们单个或成束分布。管胞直径在近中心处可达 100 微米以上。髓内管胞壁均为梯纹加厚，有的可见到有纹孔缘保存 (图版 10:3)。髓内的薄壁细胞、厚壁的薄壁细胞 (thick-walled parenchyma cells) 和厚壁细胞的横切面均近似圆形，直径约 50—100 微米；纵切面形状则因位置不同而异。这些细胞之间少见细胞间隙，有时可各自或相互连成长串状。在扫描电镜下，厚壁细胞的壁呈同心圆状 (图版 11:2)，这可能是保存中发生不等收缩的结果。

在中柱周围组织中，内皮层保存较好。位于木质部远轴侧不远处的内皮层通常为一层细胞，稀为两层 (图版 11:4)。内皮层细胞壁的加厚形式为次生状态[13](图版 11:5)，并可

见到通道细胞(图版 12:1, 2)。中柱周围组织的其余部分，由于保存不好，只能按细胞的形状和位置作大致区分如下：在紧挨内皮层近轴面和木质部远轴面的地方，各有一条直径小、横切面呈圆形的薄壁细胞带，它们可能分别代表中柱鞘和木质鞘，而在这两者之间，有一些直径大，横切面呈多角形的细胞，这可能是韧皮部细胞。

茎的内部皮层厚达 1.5 厘米，除根迹和叶迹区外，主要由薄壁细胞组成。内部皮层的薄壁细胞有两种：一是完全薄壁的，其横切面为圆形，直径约 80—100 微米；纵切面为长圆形，长约 100—150 微米。它是内部皮层的主要组分；一是厚壁的，它的形状大小虽与前者相似，但壁较前者厚，且较少细胞间隙。这类细胞仅分布在中柱附近(图版 12:5)。这样，内部皮层虽由薄壁细胞组成，但仍可大致分成两层。

茎的外部皮层仅由厚壁组织组成，厚度约为 1—3 毫米(图版 10:1)。

本种皮层里有大量叶迹，在一个横切面上，其数可达 50—60 (图版 10:1)。叶迹以 35°—40° 角从中柱伸出(图版 10:5)，分离时横切面呈 c 形(图版 12:5)，而在其向上向外伸展时，在茎的不同部位，其横切面可变成浅"c"形或"v"形(图版 9:2；图版 10:1)。

叶迹木质部的径向厚度一直很小，大多仅 1—2 个管胞厚。木质束有原生木质部和后生木质部。内始式的原生木质部位于叶迹近轴面上，管胞直径约 10—20 微米，壁具单列梯形纹孔(图版 12:3, 4)。在叶迹基部，仅有一个原生木质束，由于它通过较大的后生木质部分子同 c 形的木质束中心点相连，因此这里的叶迹横切面似 ϵ 形 (图版 12:5)；而当叶迹通过内部皮层时，由于原生木质束分叉，并直接连接于 c 形的后生木质束上，故横切面不再显 ϵ 形了。叶迹后生木质部管胞直径约为 70—100 微米，壁具多列梯纹加厚。

叶迹的远轴面上有内皮层等中柱周围组织，而它的近轴凹陷内主要是一直延到中柱并同叶隙相连的薄壁组织，不过有时这里也有一些厚壁细胞。它们与叶柄迹近轴凹陷内的厚壁组织是否有共同的起源是一个值得考虑的问题。

标本保存的个别叶柄基显示出这个种的叶柄基无托叶延伸。叶柄基的横切面接近圆形，直径约 3 毫米，它由 c 形叶柄迹，薄壁组织的内部皮层和圆形的厚壁环组成。叶柄迹包括浅 c 形的木质束及其周围的厚壁纤维，后者可能来源于韧皮部。内部皮层里除了薄壁组织外，在叶柄迹近轴凹陷内有一与外周的圆形厚壁环相连的厚壁细胞群 (图版 13:1, 2)。

根由中柱和内、外部皮层组成。二原型外始式的中柱内有几个直径大约 30—70 微米的后生木质部管胞；其两端是直径很小为数不多的原生木质部管胞；内皮层围绕着中柱，呈深色；向外是薄壁组织的内部皮层和厚壁组织的外部皮层。连续切片还表明，根仅从叶迹的远轴面发生，每个叶迹至多产生一条根，并一开始即具皮层结构(图版 12:7)。

模式标本：GP_2377-3-2/4-1，GP_2377-3-2/6-2，GP_2377-3-2/6-10。

产地和层位：贵州水城上二迭统汪家寨组

似泼勒纳辛古紫萁　新种　图版 13—14

Palaeosmunda plenasioides, sp. nov.

似泼勒纳辛古紫萁主要由 243 号煤核保存的标本为代表。标本显示该种可能是植物根状茎的一部分。茎的直径大于 4 厘米，保存的部分包括中柱、内部皮层和根 (图版 13:3；图 1)。

具有明显叶隙的外韧网管中柱内有木质部、髓和周围组织。木质部的叶隙把木质柱分成束状,这些束的横切面呈U形、O形或权杖形 (crosier 又称问号形),它的径向厚度达20 个管胞分子(图版 13:5)。

髓主要由薄壁细胞组成。细胞的横切面近似圆形,直径约 50—100 微米;纵切面为长圆形,长约 100—120 微米。这类细胞内常有一些深色的内含物。此外,髓内还有一些深色斑块,这可能是分泌细胞群。

中柱周围组织中,仅木质鞘保存较好。它围绕着每个木质束,由 5—8 层直径较小的薄壁组织构成。中柱周围组织的其余部分,基本上都被降解为一个断续的深色带围绕着中柱 (图版 14:1)。

内部皮层主要由和髓相同的薄壁组织及深色分泌细胞群组成。用扫描电镜可以观察到分泌细胞内部为网状结构而不同于厚壁细胞(图版 13:6)。

叶迹横切面为 c 形,一个皮层横切面上叶迹数超过 30。叶迹木质束在通过内部皮层时形状和径向厚度略有变化。在叶迹基部,木质束的径向厚度较大,弯曲程度较小,近轴面上有两个原生木质束(图版 13:4);而在叶迹外展过程中,木质束径向厚度变小,弯曲程度相应增大,原生木质束成为多个(图版 14:5)。由于叶迹的产生还和中柱里的权杖形木质束有关,因此,这是一个类似于 Plenasum 型的叶迹。叶迹内始式原生木质部管胞的直径约 10—20 微米,管胞壁为单列梯形纹孔,但有时可见到环纹或螺纹加厚者 (图版 14:2—4)。后生木质部管胞直径约 100 微米,壁具多列梯形纹孔。

根为二原型外始式,直径 1 毫米左右,具内、外部皮层。根从叶迹或其基部产生,并一开始即具皮层结构(图版 14:6)。

模式标本: $GP_2$243-3-2/1-1

产地和层位: 贵州水城上二叠统汪家寨组。

四、讨 论

本文以米勒系统为基础讨论如下:

(一) 在蕨类中,茎的中柱有无叶隙不仅是结构上的重要区别,而且在一定程度上反映了形态上的差异。因此,把它作为划分紫萁科的两个亚科的主要依据是很自然的[12]。然而古尔德却认为叶柄基厚壁环的形状最重要,以其作为划分晚二叠世的种同以后种的界线。此点在他对古紫萁属属征的描述中,也特别强调[3]。但这既不符合过去的研究,也不符合该科的实际。

在传统的紫萁科分类的研究中,虽然曾把叶柄基里厚壁组织的排列当作一个具有属和亚属意义的性状,但这主要限于新生代的种[6,10,12]。古尔德不仅把它引伸到古生代的种里,而且把叶柄基里厚壁环的形状同厚壁组织的排列这两个不同概念混为一谈[4]。

事实上,叶柄基厚壁环的形状是受植物个体发育和标本保存状况影响的性状,例如 *Osmundacaulis indica* 的厚壁环,在不同水平上,其横切面既可为菱形,也可为圆形[15]。又如许多中、新生代的种,如 *Osmundacaulis dunlopi*, *O. indica*, *Osmunda regales*, *O. javanica* 等,均具菱形厚壁环,而晚二叠世的种既可为圆形厚壁的,如 *Palaeosmunda primitiva*, 也可没有或未保存叶柄基的如 *Osmundacaulis carnieri*, *Palaeosmunda beardmorensis* 和 *P. plen-*

asioides。这些矛盾使得古尔德无法把古紫萁属归到一个亚科内。因此，笔者认为应按米勒系统修订其属征，重新明确其分类位置。

（二）*Osmundacaulis beardmorensis* 是 1978 年在南极洲下三叠统地层里发现的种。在讨论它的分类时，夏福虽然把它归到了紫萁茎属里，但他也正确地指出了该种同古紫萁属种类的相似性，并认为在新材料发现之前不能明确确定其亲缘关系[16]。笔者认为，该种分类上出现的这种情况是与原来古紫萁属的不合理分类有关。事实上，这个种的许多性状，如髓内有大量梯纹管胞、皮层及髓里分泌细胞群的存在、中柱不大、叶迹数多等，都不同于紫萁茎属，故应把它归到古紫萁属内，改名为 *Palaeosmunda beardmorensis*。

（三）晚二叠世的原始古紫萁和似泼勒纳辛古紫萁与古紫萁属原有的三个种不同，故二者应定为该属的新种。

原始古紫萁同 *P. beardmorensis* 一样具厚度不大的中柱木质部和髓内的大量梯纹管胞，但缺少分泌细胞群。它同 *P. williamsii, P. playfordii* 一样具外韧网管中柱，但它的混合髓后两者却没有。

似泼勒纳辛古紫萁与属内其他四个种各有相似处，但其叶迹类似 Plenasum 型叶迹，这可区别于属内其他种。

（四）关于古紫萁属在紫萁科系统发育中的位置，笔者认为应作如下考虑：

1. 订正的古紫萁属虽然和丛蕨亚科生活的时代接近，但其特征，特别是具有叶隙这一点，表明它同紫萁茎属有更近的亲缘关系，而不是丛蕨亚科，故根据米勒系统，应隶属紫萁亚科。

2. 古紫萁属生活在紫萁科演化早期的多样化发展阶段[3]，故它具有原始性和不稳定性。并显出它是一过渡类型。

这个属比紫萁茎属显然为原始。例如，原始古紫萁的中柱外特征与同时代的 *Osmundacaulis carnieri*[5] 相似，如具厚的内部皮层、叶迹一开始就开放、根在产生时有内部皮层和外部皮层等等，以致难以从这方面区分它们，但原始古紫萁的外韧网管中柱、混合髓、径向厚度小的木质部等特征都表明它不能同后者归到同一群内，而应归到一个比之原始的类群内。紫萁茎属的各种性状是较为稳定和典型的，但古紫萁属的种类往往显出一些在紫萁茎属里罕见而又不是原始的征状，这反映了它是一个不稳定的类群。例如，*Palaeosmunda beardmorensis* 的皮层里有三种形式叶迹共存[16]，它和 *P. plenasioides* 的髓和皮层里都出现分泌细胞群。

按叶迹（或叶柄迹）的弯曲形式，紫萁科被认为应起源于总状蕨亚科（*Botryopterideae*）、而非轭形蕨科（*Zygopteridaceae*）[13]。古紫萁属的特征表明它可能是从前者向紫萁亚科演化的一个过渡类群，并在古生代末已与丛蕨亚科向两条路线分化。这表现在该属的某些种直接显出总状蕨亚科的特征残迹。如原始古紫萁有疏松排列的叶柄基，似 ϵ 形的叶迹木质束和两层的内部皮层。

参　考　文　献

[1] 田宝林、张连武，1980：贵州水城汪家寨矿区化石图册，煤炭工业出版社，1—2。
[2] Andrews, H. N., 1950: A fossil Osmundaceous tree-fern from Brazil. *Bull. Torrey Bot. Club.* 77: 29—34.

[3] Gould, K. E., 1970: Palaeosmunda, a new genus of siphonostelic Osmundaceous trunks from the Upper Permian of Queensland. *Palaeontology*. **13**(1): 10—28.
[4] Gupt, K. M., 1970: Investigation on the Jurassic flora of the Rajmahal Hill, India. *Palaeontographica Abt. B*. **130** (3—6): 173—188.
[5] Herbst, R., 1975: On Osmundacaulis carnieri (Schuster) Miller and Osmundacaulis braziliensis (Andrews) Miller, Gondwana Geology, papers presended at the Third Gondwana Symposium Canberra, Australia **1975**: 117—123.
[6] Hewitson, W. H., 1962: Comparative morphology of the Osmundaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard*. **49**: 57—93.
[7] Kidston, R. & D. T. Gwynne-Vaughan, 1907: On the fossil Osmundaceae. Part 1. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*. **45**: 795—780.
[8] ————, 1908: On the fossil Osmundaceae, Part 2. Ibid. **46**: 213—232.
[9] ————, 1909: On the fossil Osmundaceae, Part 3. Ibid. **46**: 615—667.
[10] ————, 1910: On the fossil Osmundaceae, Part 4. Ibid. **47**: 455—477
[11] ————, 1914: On the fossil Osmundaceae, Part 5. Ibid. **50**: 467—480.
[12] Miller, C. N., 1971: Evolution of the fern family Osmundaceae based on anatomical studies. *Contrb. Mus. Palaeontology Univ. Michigan*. **23**(8): 105—169.
[13] Ogura. Y., 1972: Comparative anatomy of vegetative organs of the Pteriophytes. Gebruder Borbtraeger Berlin Stuttgart. 42—43, 262—263.
[14] Phillips, T. L., M. J. Avcin & D. Borggen, 1976: Fossil peat of the Illinoins depart registration and education. 1—39.
[15] Sharma, B. D., 1973: Anatomy of Osmundaceous rhizomes collected from the Midlle Jurassic of Amarjola in the Rajmahal Hills, India. *Palaeontographica Abt. B*. **140**: 151—160.
[16] Schopf, J. M., 1978: An unusual Osmundaceous specimen from Antarctica. *Can. J. Bot*. **56**: 3083—3095.

PALAEOSMUNDA EMENDED AND TWO NEW SPECIES

Li Zhong-ming

(Institute of Natural History, Beijing Natural History Museum)

Abstract

The genus *Palaeosmunda* was established by R. E. Gould in 1970 based upon some Late Permian *Osmundaceous* trunks with well-developed leaf gaps and rhomboidal sclerotic ring within petiolar base seen in cross section. As he thinks that the latter character is more important than the former, this genus could not be assigned to any subfamily of *Osmundaceae*.

However, the leaf gap is one of the most important characters in the structure of the fern stem, so the author suggests that this genus should be assigned to subfamily *Osmundoideae* and its diagnosis must be emended as follows:

The genus *Palaeosmunda* is represented by some rhizomes (or trunks), roots and leaf bases of ferns which structurally are preserved, resembling *Osmundacaulis* but which can't be assigned to any group of this genus.

Stem containing an ectophloic dictyoxylic siphonostele; if tracheids present in the pith, they being multiseriate scalariform pitted; pith or cortex sometimes containing groups of secretory cells or sclerenchyma; number of leaf traces seen in a transverse section of cortex more than 30; leaf traces adaxially curvature, rarely oblong-shaped; petiolar bases with or without stipular expansion, containing a C-shaped

vascular strand; root diarch.

Type species —— *Palaeosmunda williamsii.*

According to this diagnosis some primitive osmundaceous species with the leaf gaps, which have already found in Upper Permian and Lower Triassic, could be assigned to this genus. Two of them are *P. williamsii* Gould and *P. playfordii* Gould, and *Osmundacaulis beardmorensis,* which was from Lower Triassic of Antarctica in 1978, should be assigned to the genus *Palaeosmunda.*

In this paper two osmundaceous new species: *P. primitiva* and *P. plenasioides* were found in the coal balls of Upper Permian age from Wangjiazhai of Shuicheng of Guizhou Province, China.

P. primitiva is represented by two trunks; stem about 4 cm in diameter; stele actophloic dictyoxylic siphonostele; pith cavity about 3—4 mm in diameter, contianing parenchyma and tracheids; xylem cylinder thin, less than 10 tracheids in radial thickness, dissected by leaf gaps. Inner cortex about 1.5 cm thick, mainly parenchymatous, but sometimes containing a few sclerenchymatous; number of leaf traces seen in a transverse section about 50—60; leaf traces departing at 35—45°, open C-shaped at point of departure, gradually becoming shallow C-shaped or V-shaped in different parts; protoxylem in base of leaf traces single, endarch; when leaf traces pass through inner cortex, protoxylem biturcating. Petiole bases without stipular expansion, probably loosely embracing the stem; xylem strand of potiole trace shallow C-shaped, surrounded by sclerenchyma; sclerotic ring round, connected with single sclerenchyma mass in the concavity of the petiole trace. Root arising singly from leaf trace, diarch, with inner and outer cortex.

P. plenasioides is represented by a rhizome; stem more than 4 cm in diameter; stele actophloic dictyoxylic siphonostele; xylem cylider with about 20 tracheids in radial thickness, dissected by leaf gaps; xylem bundle U-, O-, or crosier-(i.e. query-) shaped; pith and inner cortex parenchymatous, with many groups of secretory cells; leaf trace C-shaped, its base containing two endarch protoxylem groups; root diarch, with inner and outer cortex, arising singly from leaf trace or its base.

ILLUSTRATIONS

The marks of all plates as follows:

en. endodermis; i. c. inner cortex; l. t. leaf trace; o. c. outer cortex; p. pith; r. root(or root trace); st. stele; tr. trached; xy. xylem.

Plate 8—Plate 12, fig. 2: *Palaeosmunda primitiva.*

Plate 12, fig. 3—Plate 13: *Palaeosmunda plenasioides.*

Plate 9

Fig. 1. Transverse section of a coal ball showing holotype(A), B representing petiolar base. (specimen: GP_2 377-3-2)

Fig. 2. Transverse section of stem showing stele, leaf traces and inner cortex of stem. (slide: GP_2 377-3-2/4-1)

Plate 10

Fig. 1. Transverse section of stem showing its main structure. (slide: GP_2 378-7-5/2-1)

Fig. 2. Radial section of stele showing its main structure (slide: GP_2 377-3-2/6-2)

Fig. 3. Lo ngitudinal section of a part of teacheid showing bordered pits. (specimen: GP_2 377-3-2/1)

Fig. 4. Transverse section of stele showing leaf gap. (elde: GP_2 377-3-2/4-1)

Rig. 5. Longitudinal Section of stele showing leaf gap. (Slide: GP_2 377-3-2/6-4)

Plate 11

Fig. 1. Longitudinal section of pith showing tracheids in pith. (slide: GP_2 377-3-2/6-1)

Fig. 2. Longitudinal section of sclerenchyma cell in pith. (specimen: GP_2 377-3-2/1)

Fig. 3 Transverse section of a part of stele showing peripheral tissues of stele. (slide: GP_2 377-3-2/4-1)

Fig. 4. Longitudinal section of a part of stele showing endodermis (slide: GP_2 377-3-2/6-5)

Fig. 5. Longitudinal section of endodermis showing thickings of cell walls. (specimen: GP_2 377-3-2/1)

Plate 12

Fig. 1, 2. Longitudinal section of endodermis showing its cell walls without thickings. (specimen: GP_2 377-3-2/1)

Fig. 3, 4. Longitudinal section of leaf trace showing tracheid of protoxylem with a vertical series of scalariform pits on each wall. (specimen: GP_2 377-3-2/1)

Fig. 5. Transverse section of leaf trace showing strongly adaxial curvature at the point of divergence. (slide: GP_2 377-3-2/6-2)

Fig. 6. Transverse section of leaf trace in inner cortex showing shallow C-shaped. (slide: GP_2 377-3-2/2-9)

Fig. 7. Transverse section of leaf trace showing a root arising singly from it. (slide: GP_2 377-3-2/4-7)

Plate 13

Fig. 1, 2. Transverse section of petiolar base. (slide: GP_2 377-3-2/1-1)

Fig. 3. Transverse section of a part of stem showing xylem bundle of stele, pith, leaf traces, leaf gap and inner cortex. (slide: GP_2 243-3-3/1-1)

Fig. 4. Leaf trace from fig. 3. enlarged. (slide: GP_2 243-3-3/1-1)

Fig. 5. Crosier-shaped xylem bundle from fig. 3, enlarged. (slide: GP_2 243-3-3/1-1)

Fig. 6. Transvese section of a group of secretory cells. Note reticulate in cells. (specimen: GP_2 243-3-2/1)

Plate 14

Fig. 1. Transverse section of stem showing disintegrated pripheral tissues of stele. (specimen: GP_2 243-3-2/1)

Fig. 2. Transverse section of leaf trace showing helical tracheid of the protoxylem. (specimen: GP_2 243-3-3/1)

Fig. 3, 4. Transverse section of leaf trace showing annular tracheid of the protoxylem. (specimen: GP_2 243-3-3/1)

Fig. 5. Transverse section of leaf trace in inner cortex. (slide: GP_2 243-3-3/1-1)

Fig. 6. Transverse section of stem showing a root arising from stele. (slide: GP_2 243-3-2/1-1)